

Analisis Perkuatan *Soil Nailing* sebagai Metode Perbaikan Stabilitas Lereng`

Soil Nailing Reinforcement Analysis as Slope Stability Improvement Method

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun oleh :

FAWWAZ HANIF

NIM I 0112051

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

Analisis Perkuatan *Soil Nailing* sebagai Metode Perbaikan Stabilitas Lereng`

Soil Nailing Reinforcement Analysis as Slope Stability Improvement Method

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun oleh:

FAWWAZ HANIF

NIM I 0112051

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan dosen pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Bambang Setiawan, ST, MT

NIP 19690717 199702 1 001

R. Harya Dananjaya H. I., ST, M.Eng.

NIP 19850917 201404 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Analisis Perkuatan *Soil Nailing* sebagai Metode Perbaikan Stabilitas Lereng`

Soil Nailing Reinforcement Analysis as Slope Stability Improvement Method

Disusun oleh:

FAWWAZ HANIF

NIM I 0112051

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada hari : Kamis

Tanggal : 28 Juli 2016

Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.

NIP 19690717 199702 1 001

.....

R. Harya Dananjaya H. I., S.T., M.Eng.

NIP 19850917 201404 1 001

.....

Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.

NIP. 19690903 199702 2 001

.....

Ir. Noegroho Djarwanti, M.T.

NIP. 19561112 198403 2 007

.....

Disahkan,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Wibowo, S.T., DEA.

NIP. 19681007 199502 1 001

Wa maa ladzatu illaa ba'dat ta'bi
“Tidak ada kenikmatan kecuali setelah kepayahan”

Untuk Ayah, Ibu,
dan Adikku tercinta

ABSTRAK

Fawwaz Hanif. 2016. Analisis Perkuatan Soil Nailing sebagai Metode Perbaikan Stabilitas Lereng. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Perbaikan stabilitas lereng dapat mengurangi resiko kelongsoran yang mungkin terjadi. Permasalahan yang sering dijumpai adalah terbatasnya lahan, biaya konstruksi, dan durasi pekerjaan. Salah satu metode untuk perkuatan lereng adalah *soil nailing*. Metode ini sudah banyak digunakan pada beberapa kasus perbaikan stabilitas lereng.

Analisis *SF* menggunakan metode Fellenius dengan bantuan program Geoslope kemudian diperiksa dengan perhitungan manual. Penelitian ditujukan untuk menganalisis pengaruh sudut kemiringan lereng, panjang *nail*, dan bentuk lereng terhadap nilai *safety factor (SF)* lereng sehingga didapat desain yang efisien. Kondisi efisien ditentukan dari variasi dengan kebutuhan jumlah tulangan paling sedikit namun tetap memenuhi stabilitas internal maupun eksternal.

Hasil penelitian didapat bahwa perubahan sudut kemiringan lereng dari 60° menjadi 90° dapat menurunkan *SF* sebesar 52,6%. Pertambahan panjang *nail* dari 8 m menjadi 10 m meningkatkan *SF* rata-rata sekitar 14,8% sedangkan dari 10 m menjadi 12 m meningkat sebesar 11,3%. Pertambahan panjang *nail* dari 8 m menjadi 12 m meningkatkan *SF* rata-rata sekitar 27,9%. Perubahan bentuk lereng dari tanpa trap menjadi satu trap dengan *bench* selebar 4 m pada setengah tinggi lereng dapat meningkatkan *SF* sekitar 23,2%. Perubahan bentuk lereng ini juga dapat memperlebar bidang longsor kritis di bawah lereng dan menurunkan stabilitas internal tulangan.

Kata Kunci: *soil nailing*, *safety factor*, Fellenius

ABSTRACT

Fawwaz Hanif. 2016. Soil Nailing Reinforcement Analysis as Slope Stability Improvement Method. Mini thesis. Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.

Slope stability improvement could decrease the landslide risk that may occur. In slope reinforcement work, the general problems encountered are limited site availability, construction cost and duration. One of slope reinforcement method is soil nailing. This method has been used for some slope stability improvement cases.

Fellenius stability method is calculated to analyze the safety factor using a computer program Geoslope and then be checked by manual calculation. The purpose of this research is to analyze the effect of the slope angle, nail length, and slope shape against the slope safety factor to find the efficient design. The efficient design showed by the variation with less nail used but meet the minimum standard of internal and external safety factor.

The result show that the increase of slope angle from 60° to 90° will decrease the safety factor by 52,6%. The increase of nail length used from 8 m to 10 m will increase the safety factor approximately by 14,8% while the increase from 10 m to 12 m increased the safety factor by 11,3%. The increase of nail length used from 8 m to 12 m will increase the safety factor approximately by 27,9%. The slope shape transformation with bench width 4 m at half of total slope height will increase the safety factor by 23,2%. This slope shape transformation also widen the critical slip surface below the slope and decrease the internal stability of the nail bar.

Keywords: *soil nailing, safety factor, Fellenius*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi/tugas akhir dengan judul “*Analisis Perkuatan Soil Nailing sebagai Metode Perbaikan Stabilitas Lereng*”. Penulisan laporan penelitian ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada tahun 2016.

Penulisan laporan penelitian ini dapat berjalan lancar tidak lepas dari bimbingan, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Segenap Pimpinan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. Bambang Setiawan S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi I.
3. R. Harya Dananjaya H. I. S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing skripsi II.
4. Yusep Muslih Purwana, S.T., M.T., Ph.D, Ir. Noegroho Djarwanti, dan Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T. selaku dosen KBK Geoteknik.
5. Seluruh dosen dan staf di lingkungan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
6. Rekan-rekan mahasiswa S-1 Teknik Sipil Reguler maupun Non-reg.
7. Semua pihak yang telah membantu proses penelitian ini yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu

Penyusun mengharap kritik dan saran untuk kemajuan penelitian berikutnya. Akhirnya penyusun berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan khususnya bidang teknik sipil.

Surakarta, Juli 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah.....	2
1.3	Batasan Masalah	2
1.4	Tujuan Penelitian	3
1.5	Manfaat Penelitian	3

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1	Tinjauan Pustaka.....	4
2.2.	Dasar Teori	5
2.2.1	Tanah	5
2.2.2	Kestabilan lereng	7
2.2.3	Metode Fellenius	8
2.2.4	<i>Soil nailing</i>	10
2.2.5	Program Geoslope 2007	12
2.2.6	Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan	12

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1	Data Penelitian	18
3.1.1	Data parameter tanah.....	18
3.1.2	Data parameter <i>soil nailing</i>	19
3.2	Variabel Penelitian.....	22
3.2.1	Sudut kemiringan lereng	22
3.2.2	Panjang <i>nail</i>	22
3.2.3	Bentuk lereng	22
3.2.4	Kondisi efisien konstruksi <i>soil nailing</i>	24
3.3	Tahapan penelitian	24
3.3.1	Pemodelan program	24
3.3.2	Analisis data dan pembahasan	30
3.3.3	Kesimpulan	30
3.4	Diagram Alir Tahapan Penelitian	31

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisis sebelum diberi Perkuatan.....	33
4.2	Analisis setelah diberi Perkuatan	36
4.2.1	Perhitungan faktor aman menggunakan program Geoslope	36
4.2.2	Perhitungan faktor aman secara manual	38
4.3	Analisis Hasil Penelitian.....	48
4.3.1	Pengaruh sudut kemiringan lereng.....	48
4.3.2	Pengaruh panjang <i>nail</i>	49
4.3.3	Pengaruh bentuk lereng.....	51

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52

DAFTAR PUSTAKA	xvi
----------------------	-----

LAMPIRAN.....	xvii
---------------	------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan N-SPT dengan nilai kohesi (Terzaghi, 1943)	6
Gambar 2.2	Metode irisan Fellenius	8
Gambar 2.3	<i>Cross section</i> konstruksi <i>soil nailing</i>	10
Gambar 2.4	<i>Centralizer</i>	11
Gambar 2.5	Skema gaya tarik maksimum pada <i>nail</i>	14
Gambar 2.6	Gaya-gaya pada tanah bertulang	15
Gambar 3.1	Variasi bentuk lereng.....	23
Gambar 3.2	Penggambaran geometri lereng dengan AutoCAD	24
Gambar 3.3	Perencanaan geometri pada Geoslope	25
Gambar 3.4	Pengaturan lembar kerja, skala, dan koordinat.....	26
Gambar 3.5	<i>Import regions</i> pada Geoslope.....	26
Gambar 3.6	Mendefinisikan parameter tanah	27
Gambar 3.7	Input parameter tanah ke geometri	27
Gambar 3.8	Menggambar perkuatan <i>soil nailing</i>	28
Gambar 3.9	Menggambar bidang longsor dengan <i>Grid and Radius</i>	29
Gambar 3.10	Analisis data oleh Geoslope	29
Gambar 3.11	Output analisis Geoslope	30
Gambar 3.12	Diagram alir tahapan penelitian.....	31
Gambar 4.1	Hasil analisis lereng 60° tanpa trap tanpa perkuatan (Variasi 1).....	33
Gambar 4.2	Hasil analisis lereng 90° tanpa trap tanpa perkuatan (Variasi 5).....	33
Gambar 4.3	Hasil analisis lereng 60° satu trap tanpa perkuatan (Variasi 9).....	34
Gambar 4.4	Hasil analisis lereng 90° satu trap tanpa perkuatan (Variasi 13).....	35
Gambar 4.5	Hasil analisis variasi 3	36
Gambar 4.6	Analisis variasi 3	39
Gambar 4.7	Analisis variasi 4	40
Gambar 4.8	Analisis variasi 10	40

Gambar 4.9	Analisis variasi 11	41
Gambar 4.10	Analisis variasi 12	42
Gambar 4.11	Analisis variasi 3 setelah perbaikan	43
Gambar 4.12	Analisis stabilitas eksternal variasi 3.....	45
Gambar 4.13	Hubungan antara SF dengan sudut kemiringan lereng.....	49
Gambar 4.14	Hubungan antara SF dengan panjang <i>nail</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat fisis dan geoteknis tanah menurut Bowles (1991)	5
Tabel 2.2	Nilai sudut geser dalam pada pasir dan lanau (Das, 2010).....	7
Tabel 2.3	Nilai faktor daya dukung Terzaghi (1943) dalam Hardiyatmo (2006)	17
Tabel 3.1	Struktur lapisan tanah menurut boring log BH01 Selo	18
Tabel 3.2	Parameter tanah	19
Tabel 3.3	Properti baja ulir ASTM A615 Grade 75 kuat leleh 517 MPa (FHWA, 2015)	20
Tabel 3.4	<i>Ultimate bond strength</i> pada tanah pasir (Ellias dan Juran, 1991).....	21
Tabel 3.5	Parameter <i>soil nailing</i>	21
Tabel 3.6	Variasi penelitian	23
Tabel 4.1	Hasil analisis dengan program Geoslope	37
Tabel 4.2	Rekapitulasi perhitungan stabilitas internal	38
Tabel 4.3	Perbaikan variasi 3	43
Tabel 4.4	Perbandingan kebutuhan material tulangan baja.....	44
Tabel 4.5	Perbandingan nilai <i>SF</i> berdasarkan perubahan sudut kemiringan lereng.....	48
Tabel 4.6	Perbandingan nilai <i>SF</i> berdasarkan perubahan panjang <i>nail</i>	50

DAFTAR NOTASI

w	= kadar air
γ_b	= berat volume tanah
G_s	= <i>specific gravity</i>
LL	= <i>liquid limit</i>
PL	= <i>plastic limit</i>
PI	= <i>plasticity index</i>
c	= kohesi
ϕ	= sudut geser dalam
SF	= faktor keamanan/ <i>safety factor</i>
ΣM_d	= momen dari berat massa tanah yang longsor
ΣM_r	= momen penahan tanah yang akan longsor
R	= jari-jari lingkaran bidang longsor
n	= jumlah irisan
W_i	= berat massa tanah irisan ke- i
θ_i	= sudut yang didefinisikan
a_i	= panjang lengkung lingkaran pada irisan ke- i
f_y	= kuat leleh <i>nail bar</i>
F_r	= faktor aman terhadap putus tulangan
F_p	= faktor aman terhadap cabut tulangan
d	= diameter <i>nail bar</i>
σ_h	= tegangan horizontal
K_a	= koefisien tekanan tanah lateral aktif
z	= kedalaman yang ditinjau
q_u	= <i>ultimate bond strength</i>
D_{dh}	= diameter bor
L_p	= panjang <i>nail</i> dibelakang bidang gelincir
S_v	= jarak vertikal <i>nail</i>
S_h	= jarak horizontal <i>nail</i>
H	= tinggi dinding tanah bertulang

F_{gs}	= faktor aman terhadap penggeseran
ΣPp	= gaya yang melawan
ΣPa	= resultan gaya-gaya horizontal
F_{gl}	= faktor aman terhadap penggulingan
ΣMp	= jumlah momen pasif
ΣMa	= jumlah momen aktif
F	= faktor aman terhadap kegagalan daya dukung tanah
N_c, N_γ	= koefisien kapasitas dukung Terzaghi
B'	= lebar efektif dinding bertulang
L_o	= panjang awal tulangan
L_{po}	= panjang awal tulangan di belakang bidang longsor
ΔL_p	= pertambahan panjang
L_{p1}	= panjang akhir tulangan di belakang bidang longsor
L_1	= panjang akhir tulangan

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Data tanah

LAMPIRAN B : Hasil analisis Geoslope 2007

LAMPIRAN C : Hasil perhitungan manual

LAMPIRAN D : Kelengkapan administrasi